

## Vinhaça e Pó de Rocha em Solo Argiloso: Forma de Aplicação e Efeito na Disponibilização de Nutrientes<sup>(1)</sup>

**Maria Leonor Lopes-Assad<sup>(2)</sup>; Otavio Mitsuhiro Motizuki Lopes<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FINEP. <sup>(2)</sup> Professora Associada; Bolsista CNPq; Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental; Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos; Araras, São Paulo; assad@cca.ufscar.br; <sup>(3)</sup> Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente; Bolsista CNPq; Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos; Araras, São Paulo.

**RESUMO:** A utilização de resíduos, como a vinhaça proveniente da indústria sucroalcooleira, e pó de rocha, proveniente de mineradoras, pode ser uma alternativa para adubação dos solos. Entretanto o comportamento desses materiais no solo e seu modo de aplicação ainda carecem de estudos. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois modos de aplicação de pó de rocha e vinhaça na disponibilização de nutrientes em um solo argiloso. Em colunas de PVC foram reproduzidas as camadas 0-20 cm e 20-50 cm de um Latossolo Vermelho. Foram utilizados três tratamentos em três repetições: vinhaça e pó de basalto incorporados diretamente no solo (T1); vinhaça e pó de basalto incubados por 24 horas e em seguida aplicados no solo (T2); e água destilada e pó de basalto incorporados diretamente no solo (T3). As amostras de solo foram coletadas 24 horas após o início do ensaio e aos 7, 15 e 30 dias, para determinação do pH em CaCl<sub>2</sub> e dos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn). Os tratamentos com vinhaça (T1 e T2) apresentaram maiores valores de macronutrientes e de pH em relação ao tratamento com água destilada (T3). Não houve diferença significativa entre as duas formas de aplicação da mistura de pó de rocha e vinhaça. São necessários estudos visando compreender melhor o comportamento desses materiais nos diferentes tipos de solos.

**Termos de indexação:** rochagem, resíduo de agroindústria, pó de basalto.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso de pó de rocha na agricultura tem crescido e o principal desafio é conciliar a taxa de liberação de nutrientes com a demanda das culturas, particularmente nos cultivos de ciclo curto. Por outro lado, resíduos orgânicos podem ativar processos de alteração de minerais contidos em rochas, por meio de ácidos orgânicos que proporcionam acidez para a dissolução (Harley & Gilkes, 2000).

A vinhaça é o resíduo líquido produzido no processo de fabricação de etanol. Possui de 2 a 6%

de constituintes sólidos e grande quantidade de matéria orgânica (de 0,38% a 6,34%), que varia de acordo com o tipo de mosto utilizado. Possui altos teores de potássio e teores médios de cálcio e magnésio (Rossetto, 1987).

Dentre os fatores que afetam a dissolução de minerais no solo estão o pH, a composição da solução do solo e a temperatura (Harley & Gilkes, 2000). Em pó de rochas silicáticas o pH é um fator de grande importância para as reações de dissolução sendo que esta aumenta com o aumento de íons H<sup>+</sup> na solução. Assim, a liberação de cátions presentes nos minerais contidos no pó de basalto poderia ser maior em presença de vinhaça do que em água.

A vinhaça é um material ácido (pH em torno de 4) e sua combinação com pó de rocha pode solubilizar os minerais contidos no pó de rocha e liberar nutrientes ao solo. Com efeito, Lopes et al. (2011), em ensaios *in vitro* com diferentes concentrações de vinhaça e pó de diabásio, verificaram que os teores de Ca, Mg e K aumentaram ao longo dos 30 dias de incubação e, já a partir de um dia, houve liberação de cátions. Em outro trabalho, Lopes et al. (2012), em ensaios similares de 180 minutos de duração, verificaram que não houve efeito no pH, mas houve disponibilização de nutrientes nas misturas de vinhaça e pó de diabásio.

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois modos de aplicação de pó de rocha e vinhaça na disponibilização de nutrientes em um solo argiloso.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Solos e Mineralogia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, no município de Araras, em São Paulo. A vinhaça utilizada, proveniente de mosto de melaço de uma usina de produção de açúcar e álcool situada em Piracicaba, foi mantida congelada até sua utilização. O pó de basalto foi peneirado até chegar ao tamanho menor ou igual a 0,3 mm.

Foram utilizadas colunas de tubos de PVC, com

67 cm de altura e 19 cm de diâmetro interno. Na montagem das colunas foi adaptado o esquema proposto por Casagrande & Soares (2009). O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho, coletado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos em Araras, que apresentava as seguintes características na camada 0-20 cm: P = 24,5 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 33 g dm<sup>-3</sup>; pH CaCl<sub>2</sub> = 5,5; pH H<sub>2</sub>O = 6,1; K = 3,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 27 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 28 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 39,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 67,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 58,5 %; Cu = 6,2 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 28,5 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 11,2 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 1,25 mg dm<sup>-3</sup>; argila = 587 g kg<sup>-1</sup>; areia = 147 g kg<sup>-1</sup>; silte = 26,6 g kg<sup>-1</sup>; ds = 1,3 g cm<sup>-3</sup>. A vinhaça aplicada apresentava as seguintes características: pH = 4,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,1 Kg m<sup>-3</sup>; K<sub>2</sub>O = 5,17 Kg m<sup>-3</sup>; CaO = 1,5 Kg m<sup>-3</sup>; MgO = 0,5 Kg m<sup>-3</sup>; Cu = 30 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 581 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 313,1 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 54,2 mg dm<sup>-3</sup>.

O preenchimento das colunas foi feito até 50 cm de altura utilizando terra fina seca ao ar (TFSA), passada em peneira de malha de 2 mm. A quantidade de solo adicionada em cada coluna foi calculada com base na densidade original do solo coletado. Na base de cada coluna foi feito um furo, e sob este foram posicionados frascos de plástico com a finalidade de coletar um possível lixiviado decorrente dos tratamentos.

Foram adotados três tratamentos (T1, T2 e T3), com três repetições, totalizando nove colunas. Em T1 e T3 o pó de basalto foi incorporado, no preenchimento da coluna, na camada 0-20 cm, na proporção equivalente a 2 t ha<sup>-1</sup>. Após 24 horas, foram aplicados 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça em T1, e 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de água destilada em T3. Em T2, o pó de rocha, na proporção de 2 t ha<sup>-1</sup>, foi incubado com 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de vinhaça durante 24 horas e, em seguida foi aplicado ao solo das três colunas deste tratamento.

O ensaio teve duração de 30 dias. Durante este período, em cada coluna, foram aplicadas doses de água destilada, em quantidade e frequência de aplicação definidas a partir do comportamento da chuva na região de Araras, visando simular condições de campo.

As coletas de amostras de solo (1, 7, 15 e 30 dias de experimento) foram feitas na camada 0 – 20 cm. Os parâmetros analisados foram os teores de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) e pH em CaCl<sub>2</sub>. Todas as análises foram feitas conforme Raij et al. (2001).

O delineamento experimental foi em parcelas

subdivididas, sendo que as parcelas correspondiam aos tratamentos, os blocos correspondiam às repetições e as subparcelas correspondiam aos tempos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação entre as médias foi feita por meio do teste de Tukey no nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o pH e os teores de Ca, Mg e K medidos ao longo de 30 dias nos tratamentos com vinhaça e pó de rocha (T1 e T2) foram superiores aos tratamentos com água (T3) (**Figura 1**). Com relação aos teores de Fe, Cu, Zn e Mn as diferenças entre os tratamentos foram menos evidentes. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os teores de Zn e Cu, enquanto que para o Fe o tratamento com água apresentou maiores valores do que os que continham vinhaça (**Figura 1**). Esses resultados confirmam parcialmente resultados obtidos por Lopes et al. (2011) e Lopes et al. (2012).

No presente estudo, conduzido em solo, observou-se que os valores máximos de Ca, Mg e K foram observados no primeiro dia de ensaio, com queda nas demais amostragens (aos 7, 15 e 30 dias), embora esses continuassem superiores aos observados no solo.

Por outro lado, o pH inicial de 5,5 apresentou um valor máximo aos 15 dias de experimento, nos dois tratamentos com vinhaça e pó de basalto, decaindo ao final do ensaio, ainda que tenha permanecido superior ao valor medido no solo. A vinhaça é um material ácido e quando adicionada ao solo altera a acidez ativa, ou seja, a quantidade de íons H<sup>+</sup> presentes na solução, mas não altera a acidez potencial, responsável por realizar trocas entre o colóide e a solução. Isto porque a matéria orgânica presente na vinhaça sofre ação de microrganismos, que a transformam em húmus, que neutraliza a acidez do meio (Silva et al., 2007).

A condutividade hidráulica do solo varia de acordo com características como porosidade total, distribuição do tamanho dos poros, tortuosidade e textura, e também em função das características do fluido, como densidade e viscosidade. A vinhaça possui viscosidade 10 % maior do que a água (Carvalho et al., 2009), portanto, sua velocidade de infiltração é menor. Além disso, a partir de sete dias de ensaio, a água destilada aplicada nas colunas pode ter provocado diluição da vinhaça anteriormente aplicada.

Observou-se que os teores de Fe ao longo do

tempo apresentaram aumento constante, principalmente nos tratamentos com vinhaça. De acordo com Bataglia (1991), o ferro forma complexos solúveis e quelatos com a matéria orgânica, aumentando o suprimento desse elemento no solo. Assim, a elevada quantidade de matéria orgânica presente na vinhaça estaria formando complexos solúveis com o ferro no solo.

A comparação entre os tratamentos com pó de rocha incorporado (T1) e pó de rocha incubado (T2) revelou que não houve diferença significativa de pH, e de teores de nutrientes disponíveis, com exceção do teor de Fe e Mn, que foi superior na mistura de pó de basalto e vinhaça (**Tabela 1**). Portanto, a vinhaça incubada por 24 horas não estaria atuando de forma mais eficiente na alteração de minerais contidos no pó de rocha.

**Tabela 1** - Disponibilidade de nutrientes em misturas de vinhaça e pó de basalto aplicado diretamente no solo (T1) e incubada por 24 horas (T2).

| Tratamentos                            | T1       | T2       |
|--|----------|----------|
| pH                                     | 4,23 a   | 4,17 a   |
| K <sub>2</sub> O (Kg m <sup>-3</sup> ) | 4,99 a   | 5,13 a   |
| CaO (Kg m <sup>-3</sup> )              | 1,43 a   | 1,48 a   |
| MgO (Kg m <sup>-3</sup> )              | 0,53 a   | 0,50 a   |
| Cu (mg dm <sup>-3</sup> )              | 30,1 a   | 30,1 a   |
| Fe (mg dm <sup>-3</sup> )              | 897,26 a | 580,58 b |
| Mn (mg dm <sup>-3</sup> )              | 517,59 a | 313,11 b |
| Zn (mg dm <sup>-3</sup> )              | 66,85 a  | 54,2 a   |

Obs.: Letras minúsculas iguais na horizontal indicam que não há diferença significativa no nível de 5% pelo Teste Tukey (a: maior média).

A incorporação de vinhaça e pó de rocha diretamente no solo, sem prévia incubação, facilita a adoção dessa prática por agricultores que visem fazer uso de rochagem, como fonte alternativa para fertilização de solos, e de vinhaça para aumentar a solubilização de minerais contidos no pó de rocha. Entretanto ainda são necessários estudos visando compreender melhor o comportamento desses materiais nos diferentes tipos de solos.

## CONCLUSÕES

Após 30 dias de aplicação, mistura de vinhaça e pó de basalto em Latossolo Vermelho proporciona maiores teores de Ca, Mg e K do que misturas de pó de basalto e água.

A utilização de pó de basalto incubado por 24 horas com vinhaça não difere da aplicação de pó de basalto incorporado diretamente no solo.

## REFERÊNCIAS

BATAGLIA, O. C.. Ferro. In: FERREIRA, M. E. & CRUZ, M. C. P.. Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p. 159-172.

CARVALHO, J. A.; AQUINO, R. F.; PEREIRA, G. M.; RODRIGUES, R. C. & CAMPOS, T. B.. Perda de carga em tubos de PVC conduzindo água residuária do processamento de café. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., 13: 811-817, 2009.

CASAGRANDE, J. C. & SOARES, M. R.. Modelos químicos de adsorção. In: MELO, V. F. & ALLEONI, L. R. F.. Química e mineralogia do solo: Parte 2 - aplicações. Viçosa: SBCS, 2009. p. 131-160.

HARLEY, A. D. & GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. Nutrient Cycling In Agroecosystems, 56: 11-36, 2000.

LOPES, O. M. M.; COSTA, L. G. & LOPES-ASSAD, M. L. Disponibilização de nutrientes em misturas de pó de rocha com vinhaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011. Anais: Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. CD-ROM.

LOPES, O. M. M.; COSTA, L. G. & LOPES-ASSAD, M. L. Efeito de Vinhaça e do Tempo de Incubação na Disponibilização de Nutrientes Contidos em Pó de Diabásio. In: Fertbio 2012., 2012. Anais: Maceió: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. CD-ROM.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

ROSSETTO, A. J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S. B. Cana-de-Açúcar Cultivo e Utilização. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 435-504.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P. & BORGES, L. C.. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., 11: 108-114, 2007.

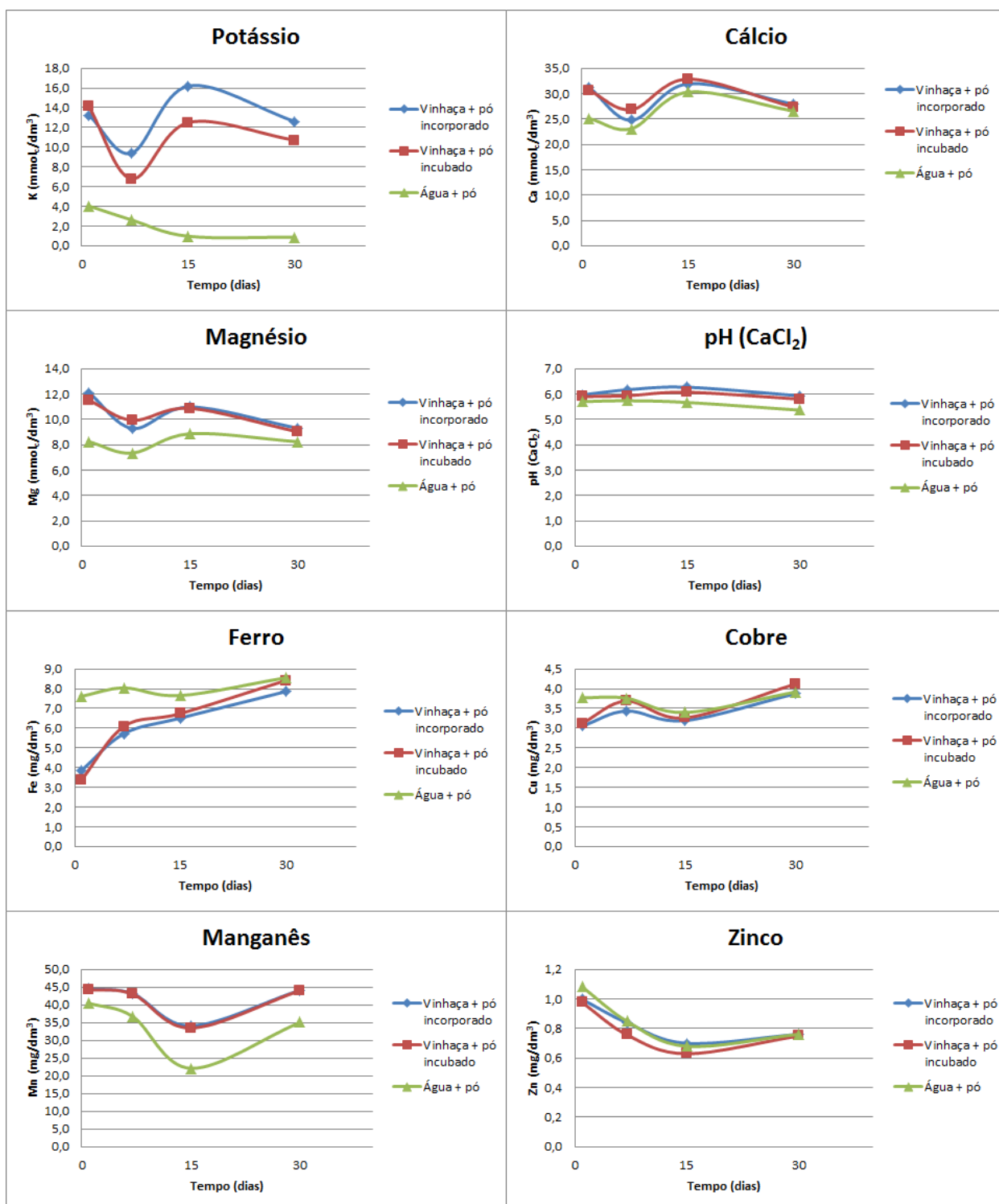


Figura 1 – Teores de potássio, cálcio, magnésio, pH em CaCl<sub>2</sub>, ferro, cobre, manganês e zinco obtidos durante o período de 30 dias de experimento.